第31卷 第3期 古脊椎动物学报 pp. 217—224
1993年7月 VERTEBRATA PALASIATICA figs. 1—2, pl. I

辽宁早白垩世早期一鸟化石

侯连海 张江永
（中国科学院古脊椎动物与古人类研究所）

关键词 辽宁朝阳 早白垩世 鸟类

内 容 提 要

本文记述了发现于辽宁朝阳地区早白垩世早期一新的鸟类。这是继三塔中国鸟(*Sinornis santensis*)、燕都华夏鸟（*Cathayomis yandica*）之后报道的辽宁中生代第三种鸟化石，它的脊柱和腰带与始祖鸟和恐龙相似，但其肋骨又具有现代鸟类的性状，这是早期鸟类化石的又一新材料。

自80年代以来，化石鸟类的研究取得了重要进展，如对始祖鸟在鸟类起源进化方面的讨论，从我国、蒙古、西班牙、南美直至澳大利亚等地早白垩世鸟类化石的不断发现，加上最近 Sankar Chatterjee 报道的一产自北美晚三叠世据认为是鸟类的化石，将会引发一场关于鸟类起源的新论战。迄今已知的早期鸟类化石材料，最多者仍是德国晚侏罗世的始祖鸟化石，现计六块骨骼化石标本。本文记述的标本是采自辽宁省朝阳地区早白垩世陆相沉积地层九佛堂组中上部泥岩中近20块标本之一，因其构造特征与其他标本不同，现记述于下。

一、标 本 描 述

鸟纲 Aves

目 未定 Order indet.

科 未定 Family indet.

朝阳鸟属（新属）*Chaoyangia* gen. nov.

模式种 北山朝阳鸟(新种) *Chaoyangia beishanensis* sp. nov.

词源 属名取自出产化石的县名，种名为化石产地北山。

正型标本 不完整个体，缺失头骨、前肢和后肢下部。古脊椎动物与古人类研究所标本编号：V9934。

产地与层位 辽宁省朝阳县，早白垩世早期，九佛堂组中上部泥岩。

特征 椎体非异凹型，荐椎多于8枚，不愈合，椎肋近端有一纵沟，椎肋具发育而骨化的钩状突，腰带各骨不愈合，坐骨、耻骨后倾，耻骨骨体中空，末端联合，髂骨肾形，髋臼前部长于后部，后部不收缩。长骨骨壁薄、中空。股骨头发育，第4转子消失。胫骨嵴大，胫

骨、腓骨不愈合。

描述 保存脊椎自然关节，右侧椎肋位置未移动，腰带亦呈自然状态，右侧股骨稍向前移，使髋臼显露非常清晰，左侧椎肋仅保存两条，位置亦有移动。未见羽毛保存。

脊柱：颈椎保存最后 3 个，椎体关节紧密，与始祖鸟相似，而非异凹型；后部颈椎椎体较短，体侧坑凹结构比较发育，棘突比较低，尚有残留的肋骨与之关节。胸椎至少有 7 枚，最后几个神经棘突特别高，其高达 6 毫米，椎体长 5.5 毫米，椎体高 3.5 毫米，椎体腹侧中央稍凹，未见有腹下突。腰椎至少有一个是游离的，后部因被髂骨覆盖观察不清。荐椎多于 8 枚，神经棘不联合，横突与髂骨上边缘内侧相接。前部尾椎椎体显示已初步愈合，但神经棘仍未愈合。

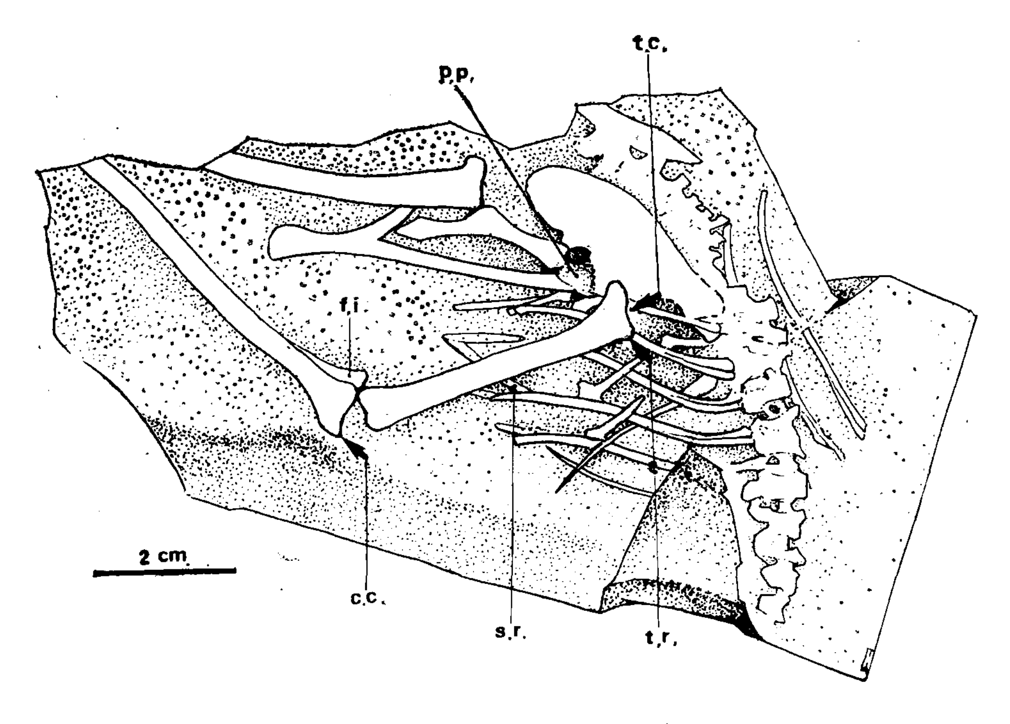


图 1 北山朝阳鸟右侧视（V9934）

Fig. 1 *Chaoyangia beishanensis* gen. et sp. nov. right lateral view

c. c.-cnemial crest 胫嵴；f. i.-fibula 腓骨；p. p.-pectineal process 栉状突；
s. r.-sternal rib 胸骨肋；t. c.-trochanteric cotyla 转子窝；
t.r.-trochanteric ridge 转子峰

肋骨：保存有 7 条肋骨，为典型的双头肋。左侧两条，右侧倒数第 1 至第 4 肋骨保存完整，为自然状态，显示了胸腔的轮廓。肋骨比较长，近端有一长约 10—15 毫米的纵沟，这是一很特殊的构造。2—4 椎肋具明显骨化钩状突，位于椎肋全长 2/3 处。钩状突较长，其长远超过与后一个肋骨的间距，几乎达第三个肋骨，与现生鸟的相似(图 2)，向后上方倾斜，基部相当宽。很有意义的是这一鸟类已有骨化的胸骨肋，一胸肋尚自然与椎肋末端关联在一起，另外还有两条散落在肋骨之间。

腰带：右侧髂骨保存基本完好，呈肾形，前部因挤压向内凹陷，髋臼前部稍不全，髂骨

后部较宽、较长，髋臼小而圆，髂骨构成髋臼的上半壁。耻骨左侧因股骨挤压仅能观察到后半部分，骨体中空。耻骨前端大大缩短，仅有一很短的栉状突（pectineal process）组成髋臼的前下侧部分。从髋臼下方，耻骨向后伸展，左右两耻骨远端联合，联合末端稍膨大。坐骨仅能观察到右侧的，呈不规则的长条形，位于髂骨后下方和耻骨之间，其远端不到耻骨联合的内缘，近端分别组成髋臼的后侧壁和下侧壁之一部分。坐骨亦向后伸展，在髋臼之后与髂骨组成一髂坐裂隙。裂隙之后坐骨体变宽，但向后超过骨体全长之半变窄，接近末端角度加宽，至末端又变尖。坐骨下缘呈上凹的弧形。

股骨：比较强壮，骨体稍向后弯曲，股骨近端转子嵴相当高，顶面有一浅的转子窝，股骨头明显向内伸出，但股骨头颈不发育，第四转子消失，骨体较股骨两头稍细，中空，股骨远端内外两关节髁比较小，内外髁大小差异不大，内髁向内侧稍扩展，超出骨体，外髁稍向外下方扩展。左股骨脱离髋臼较远，位于髂骨后下方。

胫跗骨：近端胫嵴相当发育，顶面稍凹，外侧与腓骨近端的关节面突出，骨体外侧具较短的腓骨嵴。由于骨壁保存不全，骨体的形态难以推测。

标本测量（毫米）（Measurements, in mm）

脊柱保存长（length of preserved vertebral columm）	88
髂骨长（ilium length）	32
耻骨长约（pubis length）	51
耻骨末端联合长（length of fused in distal end of pubis）	17
坐骨长约（total length of ischum）	30
股骨全长（total length of femur）	45
股骨近端最大宽度（proximal width of femur）	9.5
股骨远端最大宽度（distal width of femur）	7.2
胫跗骨保存长（length of preserved tibiotarsus	53
胫跗骨近端最大宽度（proximal width of tibiotarsus）	8.5
右侧倒数第二椎肋长约（length of last but two right vertebral rib）	36
右侧倒数第二钩状突长（length of last but two uncinate process）	8
右侧倒数第二椎肋近端至钩状突长（length of last but two right vertebral rib from the proximal end to the uncinate process）	25
右侧倒数第三椎肋全长（total length of the last but three right vertebral rib）	40
右侧钩状突最大长度（longest of right uncinate process）	11.1
右侧倒数第四椎肋长（length of last but four vertebral rib）	37.5

二、讨　　论

朝阳标本由于其长骨中空、骨壁薄，椎肋具有骨化的钩状突，腰带中的髂骨髋臼前的部分明显长于髋臼以后的部分，同时耻骨前突特别小，已为鸟类的栉状突，而且耻骨显著向后倾斜，股骨转子嵴比较高，胫嵴发育等特征，虽然没有发现羽毛，无疑应归鸟纲。

朝阳这一早期鸟类，一方面具有明显的原始性状，另一方面已有与现生鸟类相似的构造。其原始性状为：1)椎体非异凹型；2)荐椎不愈合；3)腰带各骨不联合；4)耻骨末端联合。

朝阳鸟的进步性质有：1)椎肋具钩状突，与黄昏鸟（*Hesperomis*）、鱼鸟（*Ichthyornis*）及现代突胸鸟类很相似;2)具骨化的胸肋，可能已具有相当坚固的胸廓;3)长骨骨壁薄、中空;4)荐椎多于8枚;5)股骨头大，第四转子消失;6)胫嵴已较发育。

朝阳鸟与已知早期鸟类各属对比有以下特征：1)椎肋近端有一中央纵沟，似为肋间肌附着的适应结构;2)髂骨肾形，髋臼前后长短差别较大;3)耻骨骨体中空，末端联合长。

鸟纲现在公认包括两个亚纲，古鸟亚纲（Archaeornithes）仅有始祖鸟为代表，扇尾亚纲（Ornithurae）包括除始祖鸟以外的其他鸟类(含化石鸟类)（Cracraft, 1988)。朝阳鸟与古鸟亚纲共有的形态特征(共祖性状)是：椎体非异凹型，腰带各骨不互相联合和耻骨向后倾斜，末端联合等。朝阳鸟也具古鸟亚纲所没有的而与扇尾亚纲相同的进步性质，最显著的有椎肋具钩状突，有骨化的胸肋，长骨中空，胫跗骨的胫嵴发育等。

与朝阳鸟时代相近的早期鸟类，除我国的甘肃鸟（*Gansus*），中国鸟、华夏鸟和德国的始祖鸟外，还有蒙古的 *Ambiortus*，欧洲的 *Enaliornis*, *Limnornis*, *Noguerornis*, *Concornis*, *Iberomesornis* 等。甘肃鸟材料仅为左后肢下部，而朝阳的标本缺失后肢胫跗骨远端以下的部分，故不能直接比较。甘肃鸟趾骨特化，为一原始的滨岸鸟类，其产出层位下沟组的时代也较九佛堂组稍晚。中国鸟与本文记述的标本虽然不产于同一地点，但都发现于九佛堂组，两者有某些相同的性质，如腰带各骨不愈合。但两者腰带也有显著差异，特别是中国鸟耻骨末端具一弯曲的耻骨脚（pubic foot)，而朝阳鸟的耻骨远端愈合，呈一板状。中国鸟胫骨嵴小、椎肋没有钩状突以及具游离的腹肋等都与朝阳鸟不同。中国鸟具有吻部粗壮，跗蹠骨前后压扁和横宽，其末端趾骨滑车接近等长等特征，可能为一最早的猛禽类型。华夏鸟为一全长仅29毫米、较麻雀还小的早期小型鸟类，与朝阳鸟产于同一地点、同一层位。但华夏鸟的肋骨细，不具钩状突，髂骨在髋臼前的部分宽大且长，髋臼后部显著变窄，耻骨细长、弯曲等都与朝阳鸟不同。*Ambiortus* 发现于蒙古中部，大小似寒鸦，只保存了部分前肢骨骼，包括胸骨、脊椎。它是突胸类的早期成员，因为其胸骨已具明显的龙骨突，肱骨近端内、外结节也很发育。*Noguerornis*, *Concornis*, *Iberomesornis* 均产于西班牙早白垩世（Barremian)。前一属产于 Lérida 省 Montsec 的石灰岩，后两属同出于 Cuenca 省 Las Hoas 的石灰岩。*Noguerornis* 的材料主要为前肢骨骼以及部分脊椎、叉骨和一破碎的胫骨，其进化水平与辽宁鸟类很接近，但朝阳鸟的标本主要是后肢，故无法与其比较。后两属标本都是不完整个体，*Iberomesornis* 材料较好，除头骨未保存外其他骨骼基本都有。它们与华夏鸟相似，同为小型原始鸟类，基本特征都是前肢较进步，但仍保留指爪，肋骨不具钩状突，腰带各骨不愈合和跗蹠骨远端不愈合以及具一较长的尾综骨等，而且髂骨髋臼前部长而宽，后部收缩、较窄，*Iberomesornis* 的荐椎仅有5枚，故均与朝阳鸟有显著差异。*Limnornis* 产于罗马尼亚早白垩世，材料仅限于右肱骨远端、左股骨的一部分以及部分右腕掌骨。其股骨远端外髁凸出，内髁圆，腘窝深和髁间窝狭窄等，显示出具有较本文记述的鸟类进步的性质。

近一个世纪以来，特别是近20年来古生物学家在研究鸟类的系统发育和演化过程中，总希望能寻找到将始祖鸟与现生鸟类密切联系的进化环节。近几年在欧洲及我国辽宁中生代晚期地层中大量鸟类化石的发现，可望连接这一长期缺失的进化环节。下面我们就局部形态解剖的某些方面与始祖鸟进行比较，以求更清楚地了解朝阳鸟在进化中的

意义。

至 1988 年，始祖鸟的骨骼标本以柏林博物馆收藏的最完整。始祖鸟个体差异较大，1988 年 P. Wellnhafer 报道的个体最大，体长超过 40 厘米，比柏林标本大 30%。朝阳鸟与柏林标本大小接近。始祖鸟的脊椎为双凹型椎体，构造简单，朝阳鸟的椎体坑凹构造比较发育。始祖鸟的肋骨与朝阳鸟的相同之处是都为双头肋骨，但始祖鸟的肋骨短，比较粗壮，呈圆锥形，末端游离，没有胸骨肋，仅有游离的腹膜肋，中国鸟与之相同；朝阳鸟的椎肋长，近端背侧有一纵沟，具较长的钩状突，末端与胸肋连接，再加上椎肋间由钩状突相连，便构成了一个适于飞翔的比较坚固的胸廓，这是较始祖鸟进步最显著的部分。

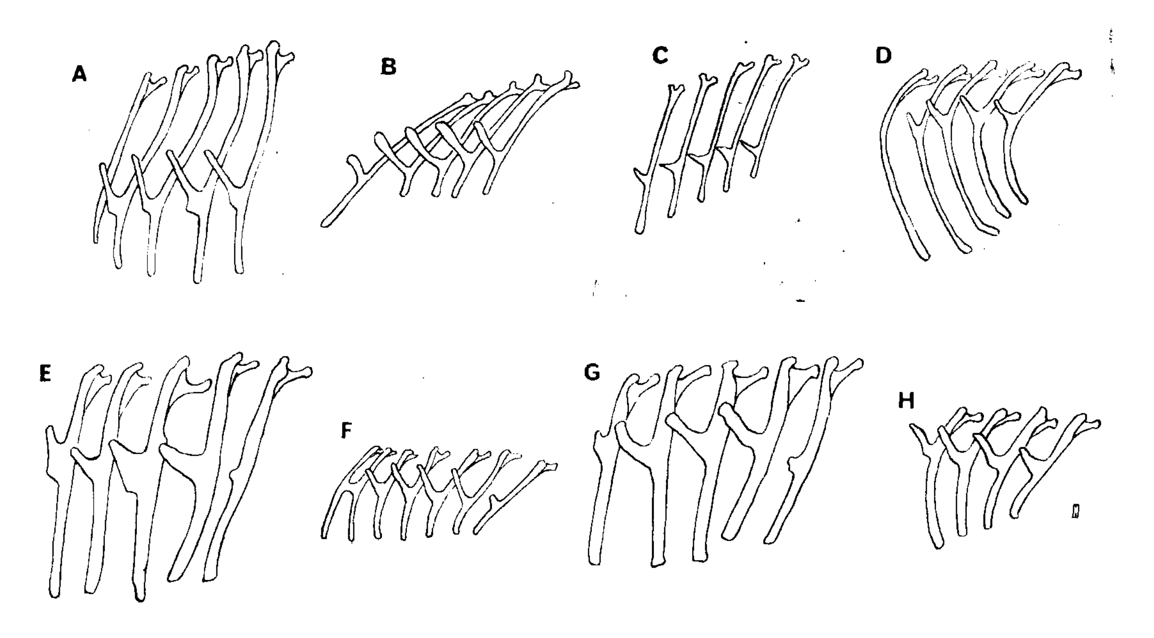


图 2 鸟类肋骨比较图

Fig. 2 Ribs and uncinate processes: A. *Chaoyangia*, B. *Hesperornis*, C. *Ichthyornis*, D. Gruiformes, E. Aseriformes, F. Falconiformes, G. Galliformes, H. Passeriformes

如图所示，我们试图在已知中生代鸟类和现生鸟类的椎肋钩状突的形态构造和着生位置方面找出一条规律，以与朝阳鸟进行比较。一般情况是：包括朝阳鸟在内的中生代鸟类(图 2,A、B、C)其椎肋钩状突的位置都靠远端，现代鸟类(图 2,D—H)椎肋钩状突的位置：前面的位置稍靠远端，但最远不超过肋骨长的 2/3 处，越向后钩状突的位置越向近端移动，最后一个钩状突的位置越过肋骨全长的中点。关于肋骨的形态，依其生活环境而异。黄昏鸟和现代游禽的肋骨都比较粗壮，钩状突尖端特别宽，现生游禽类其钩状突基部最宽；涉禽的肋骨窄而长，近端腹侧有气孔构造，鱼鸟的肋骨与涉禽很相似；猛禽的肋骨宽而薄，近端至中段有许多气孔；森林旷野鸟类的肋骨一般结构坚实，宽窄适中，尤其旷野鸟类肋骨结构相当坚实，仅近端有少量或一个气孔。朝阳鸟肋骨形态与鱼鸟的比较接近，类似于现代涉禽类的肋骨，但没有任何化石鸟类和现生鸟类的肋骨像朝鸟那样具一长纵沟。

某些爬行动物的椎肋也有钩状突，如喙头蜥和鳄类，但都是软骨，终生不骨化。Ostrom

(1969)和 Panèl (1984) 称 *Dromaeosaurus* 的肋骨也有钩状突,这可能是一种趋同现象。

在将朝阳鸟和伦敦及柏林的始祖鸟标本腰带性质作一比较之后,初步分析得出以下几方面的演化趋势:1)髂骨髋臼前部伸长,以增加与脊柱的联系。朝阳鸟髂骨的后部与前部一样高而增强了与荐椎和前部尾椎的联系;始祖鸟髂骨后部低而尖,与后部脊柱的联系不大。2)坐骨呈不规则的薄板状并向后伸展,逐渐与髂骨靠近,像现生鸟类一样,最终与髂骨愈合。朝阳鸟的坐骨较始祖鸟者长而薄,近端已没有坐骨孔。3)耻骨前突退化,全骨向后伸长,成为腰带各骨中最长最细的骨骼,以至如现生鸟类那样,两耻骨末端分离,与同侧的坐骨有的部分联合。朝阳鸟的耻骨不但较始祖鸟者长,而且中空,这是非常特殊的形态构造;始祖鸟的耻骨,伦敦标本与柏林标本不相同,伦敦标本近端不但有一闭孔,而且有一上突,骨体扁,中段扩展至末端又收缩,更接近爬行动物,柏林标本骨体与朝阳鸟相似,但其末端扩展并向前弯曲与朝阳鸟又不同。

朝阳鸟的后肢与始祖鸟的比较,显示出更接近后期鸟类的性状。朝阳鸟股骨的形态与地栖鸟类的相似,但它的股骨头颈和远端关节髁还不发育;始祖鸟股骨头没有朝阳鸟明显。朝阳鸟胫跗骨的胫嵴发育,较始祖鸟更接近后期鸟类;始祖鸟的胫骨近端还像爬行动物那样具有两个大的关节髁。

就已知资料看,辽宁和西班牙等地的早期鸟类都与始祖鸟形态有许多相似的构造,但又具有较始祖鸟明显的进步性质。本文记述的朝阳鸟虽然在腰带形态上也与始祖鸟相似,然而,从胸部结构上看,朝阳鸟显然较其他早期鸟类更进步,飞行能力更强。

孙艾玲、李传奎教授审阅原稿,金帆、周忠和参加野外发掘工作,彭江华对本稿提出宝贵意见,侯晋封绘图、张杰摄制图版,在此一并致谢。

(1992 年 12 月 2 日收稿)

参 考 文 献

侯连海、刘智成,1984: 甘肃早白垩世鸟化石兼论早期鸟类的进化。中国科学B辑,第3期,250—255。

周忠和、金帆、张江永,1992: 辽宁中生代早期鸟类化石的初步研究。科学通报,第5期,435—437。

Bock, W. J. 1969: The origin and radiation of birds. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **167**, 147—155.

——————, 1986: The arboreal origin of avian flight. In: The origin of birds and the evolution of flight (ed. K. Padian), 57—72. San Francisco: California Academy of Sciences

Brodkorb, P., 1976: Discovery of a Cretaceous bird apparently ancestral to the orders Coraciiformes and Piciformes (Aves: Carinatae). *Smithson. Contr. Paleobiol.*, **27**, 67—73.

Cracraft, J., 1986: The origin and early diversification of birds. *Paleobiology*, **12**(4), 383—399.

——————, 1988: The major clades of birds. In: the phylogeny and classification of the tetrapods (ed. M. J. Benton), vol. 1, 339—361. Oxford: Clarendon Press.

Chatterjee, S., 1991: Cranial anatomy and relationships of a new triassic bird from Texas. *Philos. Trans. R. Soc. London*, Ser. B., **332**(1265), 277—346.

Elzanowski, A., 1974: Results of the Polish-Mongolian Palaeontological expeditions part V. Preliminary note on the Palaeognathous bird from the Upper Cretaceous of Mongolia. *Palaeont. Polon.*, **30**, 103—109.

——————, 1976: Palaeoganthous bird from the Cretaceous of central Asia. *Nature (London)*. **264**, 51—53.

——————, 1977: Results of the Polish-Mongolian Palaeontological expeditions part VII. Skulls of *Gobipteryx* (Aves) from the Upper Cretaceous of Mongolia. *Palaeont. Polon.*, **37**, 153—165.

——————, 1981: Results of the Polish-Mongolian Palaeontological expeditions part IX. Embryonic bird skeletons from the Late Cretaceous of Mongolia. *Palaeont. Polon.*, **42**. 147—179.

—————— & P. M. Galton, 1991: Braincase of *Enaliornis*, an early Cretaceous bird from England. *J. Vertebr. Paleontol.*, **11**(1), 90—107.

Fox, R. C., 1974: A middle companion, nomarine occurrence of the Cretaceous toothed bird *Hesperornis* Marsh. *Can. J. Earth Sci.*, **11**, 1335—1338.
Gauthier J., 1986: Saurischian monophyly and the origin of birds. In: The origin of birds and the evolution of flight (ed. K. Padian), 1—55. San Francisco: California Academy of Sciences.
Haubitz, B., M. Prokop, W. Dohring, J. H. Ostrom & P. Wellnhofer, 1988: Computed tomography of *Archaeopteryx*. *Paleobiology*, **14**(2), 206—213.
Kurochkin, E. N., 1985: A true carinate bird from Lower Cretaceous deposits in Mongolia and other evidence of early Cretaceous birds in Asia. *Cretaceous Res.*, **6**, 271—278.
Kurzanov, S. M., 1987: Avimimidae and the problem of the origin of birds (In Russian). Trans. Loint Soviet-Mongolian Paleotological Expeditions, **31**, 1—87.
Martin, L. D. & J. Tate, 1976: The skeleton of ***Baptornis advenus*** (Aves: Hesperornithoformes). ***Smithson. Contr. Paleobiol.***, **27**, 35—66.
Martin, L. D., 1991: Mesozoic birds and the origin of birds. In: Origins of the higher groups of Tetrapods. (eds. H.-P. Schultze & L. Trueb). Comst. Publ. Asso. Ithaca and Lond., 13, 485—540.
Olson, S. L. & D. C. Parris, 1987: The Cretaceous birds of New Jersey. *Smithson. Contr. Paleobiol.*, **63**, 1—22.
Ostrom, J. H., 1973: The ancestry of birds. *Nature* (London), **242**, p. 136.
————, 1976: *Archaeopetryx* and the origin of birds. *Biol. J. Linn. Soc.*, **8**, 91—182.
————, 1986: The cursorial origin of avian flight. In: The origin of birds and the evolution of flight (ed. K. Padian), 73—81. San Fraciscо: California Academy of Sciences.
————, 1991: The Question of the origin of birds. In: Origins of the higher groups of Tetrapods. (eds. H.-P. Schultze & L. Trueb). Comst. Publ. Asso. Ithaca and Lond., 14, 467—484.
————, 1991: The bird in the bush. *Nature (London)* **353**, p. 212.
Sanz, J. L., J. F. Bonaparte & A. Lacasa, 1988: Unusual Early Cretaceous birds from Spain. *Nature (London)*, 331, 433—435.
Sereno, P. C. & Rao Chenggang, 1992: Early evolution of avian flight and perching: New evidence from the Lower Cretaceous of China. *Science*, **255**, 845—848.
Tarsitano, S. & M. Hecht, 1980: Areconsideration of the reptilian relationships of *Archaeopteryx*. *Zool. J. Linn. Soc.*, **69**, 149—182.
Tyrberg, T., 1986: Cretaceous birds——a short review of the first half of avian history. *Verh. Orn. Ges. Bayern.*, **24**, 249—275.
Walker, A. D., 1977: Evolution of the pelvis in birds and dinosaurs. In: Problems in vertebrate evolution (eds. S. M. Andrews, R. S. Miles & A. D. Walker). Linn. Soc. Symp., Ser. 4, 319—357.
Witmer, L. M., 1991: Perspectives on avian origins. In: Origins of the higher groups of Tetrapods (eds. H.-P. Schultze & L. Trueb). Lond., 12, 427—466.

A NEW FOSSIL BIRD FROM LOWER CRETACEOUS OF LIAONING

Hou Lianhai Zhang Jiangyong

(Institute of vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica)

Summary

This paper describes a recently discovered fossil bird from the early Early Cretaceous of Chaoyang, Liaoning Province. Its morphological characteristics suggest that it is a new representative of early birds. The pelvis of the new bird is primitive and resembles that of *Archaeopteryx*, and its vertebral ribs are similar to thoes of *Hesperornis*, *Ichthyonis* and modern birds, but differs from those of *Sinornis* and *Cathayornis*.

Chaoyangia **gen. nov.**

Chaoyangia beishanensis sp. nov.

Holotype An incomplete skeleton, no skull and forelimb. Institute of vertebrate paleontology and paleoanthropology collection number V9934.

Locality and horizon Chaoyang, Liaoning, Jiufotang Formation.

Diagnosis Centrum non-heterocelous, sacral vertebrae more than 8 in number, and not fused, longitudinal groove present in proximal end of vertebral rib. Well ossified uncinate processes on ribs. Bones of pelvis not fused, pubis and ischium posteriorly inclined, shaft of pubis hollow with distal end fuesd, ilium nephroid, longer anterior to acetabulum than posterior to it, posterior part of ilium not constricted. Femur advanced, the fourth trochanter absent, femoral caput and femoral collum well developed. Tibial crest developed.

Discussion This new fossil bird was collected from the Jiufotang Formation. Titherto, at least 20 well-preserved fossil bird specimens have been discovered from the locality. *Chaoyangia* is different from all the other specimens.

Chaoyangia has the following primitive characters: 1) Centrum is non-heterocelous; 2) Sacral vertebrae are not fused; 3) Ilium, ischium and pubis are not fused; 4) The distal end of pubis is fused.

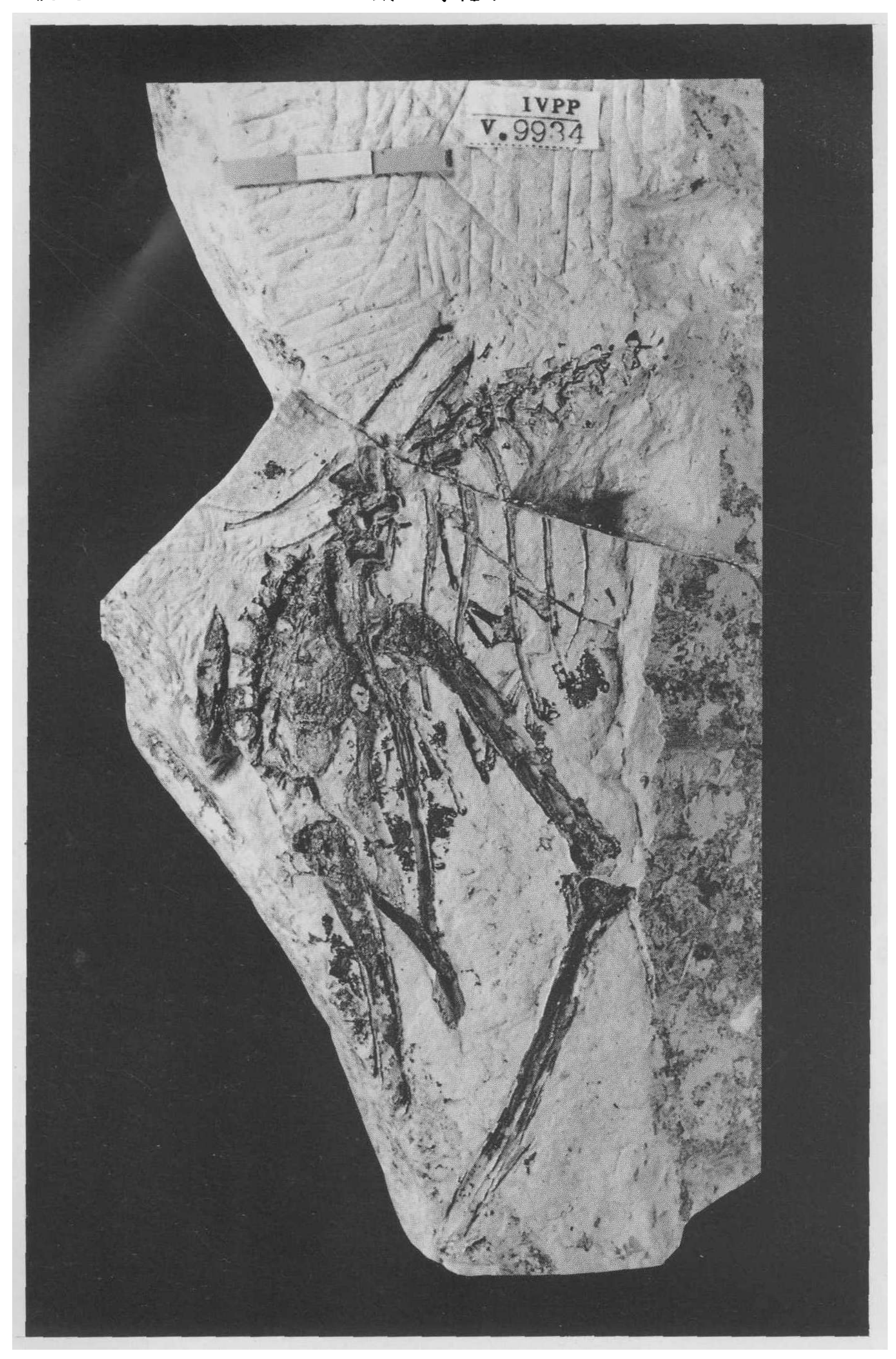
Chaoyangia has the following evolutionary derived characters: 1) Ribs have well ossified uncinate processes; 2) Presence of ossified sternal rib; 3) Long bones are thin-walled and their shafts are hollow; 4) Sacral vertebrae are more than 8 in number; 5) Femoral caput is large and the fourth trochanter is absent; 6) Tibial crest is developed.

Chaoyangia has the following characters in comparison with the other early birds: 1) The vertebral rib has a longitudinal groove on the proximal end; 2) The ilium is nephroid, and longer anterior to the acetabulum than posterior to it; 3) The pubis has a hollow-shaft and long fused distal end.

Chaoyangia has more strong sternal part, specialized flyers than *Sinornis* and *Cathayornis*.

图 版 I 说 明

北山朝阳鸟(新属、新种)右侧视 *Chaoyangia beishanensis*, gen. et sp. nov. right side view


IVPP
V.9934